

Определение параметров ФЭС

Параметры ФЭС	$P_{\text{расч}}$	$P_{\text{ср}}$
Потребляемая мощность, Вт	2 231,12	572,92
Расчетное потребление энергии, кВт·ч	53,55	13,75
Количество солнечных модулей	177	44
Мощность инвертора, Вт	2788,9	716,15
Емкость АКБ, А·ч	6135,6	1575,5
Приблизительная стоимость ФЭС, руб	~2 800 000	~ 750 000

Расчеты были произведены по средней и расчетной мощности. Из таблицы следует, что параметры ФЭС, вычисленные этими методами, существенно отличаются. Различия объясняются случайным характером нагрузки, что сказывается на появлении погрешностей в расчете. Выбор оборудования по $P_{\text{расч}}$ ведет к увеличению затрат, а выбор по $P_{\text{ср}}$ может не обеспечить потребность в электроэнергии при пиковых нагрузках. Следовательно, для выбора наиболее эффективного набора оборудования ФЭС необходим более тщательный подход к анализу графиков нагрузок потребителей и определению расчетной мощности.

Библиографический список

1. Оборудование нетрадиционной и малой энергетики: Справочник-каталог / Министерство топлива и энергетики РФ. М.: АО «Новые и возобновляемые источники энергии», 2000. 167 с.
2. Четошников С.А., Четошникова Е.А. Система автономного электроснабжения загородного дома // Возобновляемые источники энергии: материалы научной молодежной школы с международным участием / под общ. ред. А.А.Соловьева. М.: Университетская книга, 2008. Ч. 2. С. 136-141.

ГРУНТОВЫЙ ТЕПЛОВОЙ НАСОС ДЛЯ УДАЛЕННОГО ДОМА

*Яковлев А.О., Велькин В.И., Щеклеин С.Е., Тягунов Г.В.
УрФУ*

Климатические особенности России позволяют эффективно использовать уникальную возможность одной из своих национальных особенностей – холодный климат – для снижения затрат на энергообеспечение. Именно холодный климат обеспечивает надежное потребление низкопотенциальной энергии, распространенной повсеместно в природе, и в частности – в грунте. В условиях постоянного роста тарифов на энергоносители все актуальнее звучит вопрос внедрения энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий. Одной из таких технологий является теплонасосное отопление [1], которое может использовать в качестве низкопотенциальной энергии тепло грунта.

В Уральском регионе, имеющем ГСОП (градусо-суток отопительного периода в год) более 6000, любая технология, использующая «дармовую» состав-

ляющую, становится более оправданной в сравнении с другими, менее «жесткими» по градиентам температур, территориями России и зарубежья.

Энергоэффективный дом в пос. Растущем Белоярского района Свердловской области на протяжении ряда лет служит полигоном для отработки технологий и испытаний нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НВИЭ) в условиях Уральского региона. Очередным этапом в развитии НВИЭ стала разработка проекта и приобретение теплонасосной установки мощностью 5,5 кВт для отопления одной отдельно взятой квартиры (всего в доме 8 квартир) [2].

Основным «трудозатратным» и технологически сложным элементом теплонасосной установки является скважина испарительного канала. Стоимость бурения и обустройства скважины сопоставима, а зачастую и превосходит цену самого теплового насоса. Поэтому, становится актуальной оптимизация схемы теплоснабжения и минимизации общих затрат. Учитывая имеющееся газовое теплоснабжение, было принято решение произвести монтаж теплонасосной системы и применить гибридный тип, использующий одновременно газовое и теплонасосное отопление. Аргументами являются резервирование систем отопления (в случае отказа одной из них), возможность гарантированного покрытия пиковых нагрузок, а также выбор наиболее экономичного сочетания функционирования обеих.

Расчеты показали, что для отопления всей жилой квартиры (250 кв. м) требуется обеспечить «отбор» низкопотенциальной теплоты грунта из двух вертикальных скважин глубиной 56 м каждая.

В качестве рабочего тела в теплонасосной установке предусмотрен рассол «вода-антифриз» 50 : 50, «пропускаемая» через вертикальные зонды в грунте.

Размещение испарительных каналов теплонасосной установки в грунте показано на рис. 1. Подача теплоты по дому осуществляется через трубчатую разводку полов, выполненную из металлопластиковых труб «Unipair» и «Henka».

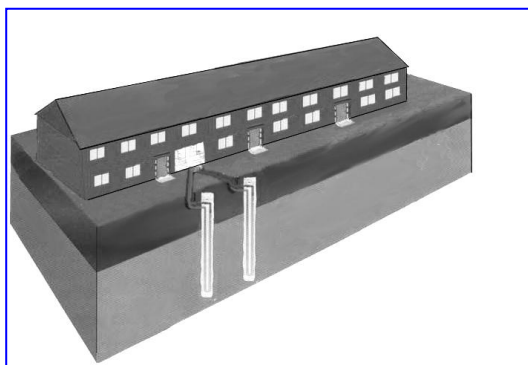


Рис. 1. Схема разреза по линии размещения вертикальных испарительных каналов теплонасосной установки объекта «Энергоэффективный дом» в пос. Растущий

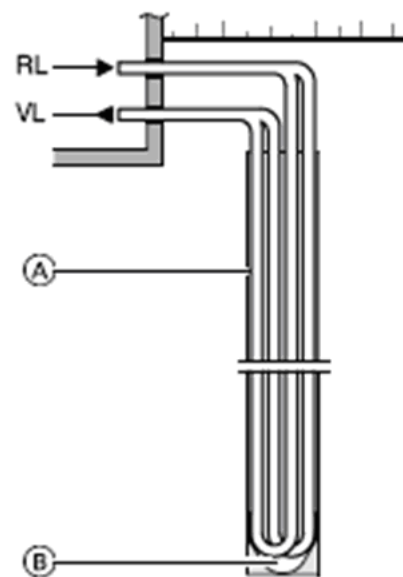
Транспортировка теплонасосной установки непосредственно в помещение дома осуществлялась инициативным способом (рис. 2.)



Рис. 2. Транспортировка теплонасосной установки
в помещение энергоэффективного дома
(июль 2010 г.)

Грунтовый зонд представляет собой две двойных U-образных петли полимерного трубопровода, расположенные в скважине расчетной глубины (рис. 3).

Рис. 3. Схема U-образного трубчатого зонда:
RL-обратный трубопровод рассола,
VL-подающий трубопровод рассола,
А- бетоннито-цементная суспензия,
В – защитная крышка



В верхней части параллельные ветви U-образных труб объединены и соединены с входным и выходным коллекторами – распределителями рассола. Охлажденный рассол перетекает к нижней части зонда по двум ветвям труб, затем обратно возвращается вверх, нагреваясь при этом, и поступает во входной коллектор, а далее - к испарителю теплового насоса. Все промежутки между трубами и грунтом заполняются материалом с хорошей теплопроводностью.

Для сопоставления технических характеристик и экономической эффективности в таблице представлены варианты отопления площади 150 кв. м с применением газового котла, котла на мазуте, электрического котла и теплового насоса.

Технические характеристики	Установка для обогрева помещения			
	Газовый котел	Котел на жидком топливе	Электрический котел	Тепловой насос
Стоимость	Средняя	Средняя	Низкая	Высокая
Отапливаемая площадь, м ²	150	150	150	150
Мощность установки, кВт	15	15	15	15
Расход электрической энергии в час, кВт·ч	0,5	0,8	15	5,0
Источник тепловой энергии	Газ	Диз. топливо	Электр. ток	Тепло земли
Расход энергоносителя в год	4000 м ³	8500 литров	30000 кВт·ч	Бесплатно
Срок службы	5-10 лет	5-7 лет	5-10 лет	20-30 лет
Пожароопасность	Опасен (постоянный огонь)	Опасен (постоянный огонь)	Опасен	Безопасен
Взрывоопасность	Опасен	Опасен	Опасен	Безопасен
Стоимость агрегата (тыс. руб.)	30,0	20,0	10,0	50,0
Стоимость комплекса монтажных работ (тыс. руб.)	140,0 (с подводящим газопроводом)	25,0 (с системой резервирования)	15,0 (с разводкой эл. системы)	160,0 (с грунтовым зондом)
Уровень экологической опасности	Вреден (выделяет СО и NO _x)	Вреден (выделяет СО и NO _x)	Безвреден	Безвреден
Годовые затраты на отопление (тыс. руб.)	15,0	20	65,0	10,0

Из таблицы видно, что применение теплонасосной установки для отопления квартиры в удаленном доме уже сегодня является перспективным и экономически оправданным мероприятием даже с учетом сложного устройства грунтовых зондов.

По мере дальнейшего повышения тарифов окупаемость всей ТН-установки ускорится до 2,5...3 лет.

Библиографический список

1. Хайнрих Г., Найорк Х., Нестлер В. Теплонасосные установки для отопления и горячего водоснабжения. М.: Стройиздат, 1985. 352 с.
2. Откеев А., Гусакова Е.Е., Леонтьева М.В., Велькин В.И., Щеклеин С.Е., Проект теплонасосной установки для энергоэффективного дома в п. Растущий // Энерго- и ресурсосбережение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Сб. материалов Всероссийской студенческой олимпиады, науч.-практ. конф. и выставки студентов, аспирантов и молодых ученых. 17-21 декабря 2007 г. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007.С. 338-340.